

Marko Väyrynen

PYSTYKARSINTALAITTEEN TUOTEKEHITYS

Insinöörityö

Kajaanin ammattikorkeakoulu

Tekniikan ja liikenteen ala

Tuotantotekniikan koulutusohjelma

Kevät 2004



**Kajaanin
ammattikorkeakoulu**

Kajaani Polytechnic

ABSTRACT

FINAL YEAR PROJECT

Osasto	Tekniikka	Koulutusohjelma Kone- ja tuotantotekniikka
Tekijä(t) Marko Väyrynen		
Työn nimi Pystykarsintalaitteen tuotekehitys		
Vaihtoehtoiset ammattiopinnot	Ohjaaja(t)	
Kunnossapito	Eero Pikkarainen	
Aika Kevät 2004	Sivumäärä 27 + 13	
<p>Insinöörityö käsittelee pystykarsintalaitteen tuotekehitystä. Tarkoitus oli saada laitteesta helpommin valmistettava ja käytännössä edellisiä malleja toimivampi. Myös ulkoiset puuta vahingoittavat pinnat oli tarkoitus saada pois. Työ aloitettiin tutustumalla edelliseen malliin ja sen toimintaan, ennen mahdollisten muutosten tekoa. Laitteen mallintamiseen käytetään apuna Pro Engineer 3D -mallinnusohjelmaa ja tarvittaessa mitoituksen tekemiseen AutoCAD-ohjelmaa. Mallinnetut kuvat siirretään Mastercam -ohjelmaan, jossa tehdään laitteen valmistuksessa käytettävä NC-ohjelma.</p> <p>Aluksi mallinnetaan laitteesta osat Pro Engineer -ohjelmalla. Tämän jälkeen luodaan osista ohjelmalla yhtenäinen kokoonpano. Valmiit osakuvat siirretään Pro Engineer -ohjelman mitoitus-toimintotilaan, jossa osat saivat valmistuksessa apuna käytettävät päämitat. Tämän jälkeen ensimmäiset kuvat siirrettiin Mastercam:iin ja aloitettiin osien valmistus. Laitetta valmistettaessa pidettiin useita suunnittelutuokioita, joissa lähes poikkeuksetta tuli hieman jotain parannettavaa.</p> <p>Laitteesta saatiin rakennettua useita toimivia kokonaisuuksia. Testien perusteella valittiin parhaiten toimiva pystykarsintalaite valmistukseen. Työssä päästiin tavoitteeseen, mikä oli helpos- ti valmistettava ja varmatoiminen laite.</p>		
Luottamuksellinen		
Kyllä x		
Ei		
Hakusanat		
Pystykarsinta, mallinnus		
Säilytyspaikka		



**Kajaanin
ammattikorkeakoulu**

Kajaani Polytechnic

ABSTRACT

FINAL YEAR PROJECT

Faculty Faculty of Engineering	Degree programme Mechanical and Production Engineering
Author(s) Marko Väyrynen	
Title Developing the Production of a Harvesting Device	
Optional professional studies Maintenance	Instructor(s) / Supervisor(s) Eero Pikkarainen
Date Spring 2004	Total number of pages 27 + 13
<p>Abstract</p> <p>This final year project was about developing a harvesting device. The goal of the project was to develop manufacturability and improve the devices practicality. Also, the surface of the machine should be so smooth that it does not damage trees.</p> <p>The project was started by studying how the last version of the device worked in practice. After that it was decided what could be changed in the new harvesting device. To model this machine the programmes known as Pro Engineer and Master CAM were used. Pro Engineer was used to create 3D pictures. Master CAM was used to create NC programmes based on the models.</p> <p>First the device was modelled with Pro Engineer piece by piece. Next, the pieces were put together with an assembly command. When the part pictures were finished, they were moved to the Pro Engineer program, and the parts were dimensioned. Then, the pictures were transferred to Master CAM and an NC program was made. That program was used to produce a harvesting device.</p> <p>When making the device, meetings were held where some ideas, to improve the device came up. The meetings were a big help in this process.</p>	
Confidential Yes x No	
Keywords Harvesting, modelling	
Deposited at	

Alkusanat

Tämän insinööriyön aiheena oli kehittää pystykarsintalaite, joka olisi aikaisempia malleja nopeampi- ja helpompi käyttää. Laitteen tuli olla myös helppo valmistaa ja huoltaa. Myös puun pintaa vahingoittavat muodot oli saatava pois.

Tuotekehityksen etenemisestä ja uusien laitteiden rakentamisesta haluaisinkin kiittää kahta laitteen alkuperäistä keksijää. Heidän kanssaan rakennettujen laitteiden ja yhdessä suoritettujen testauksen ja suunnittelun ansiosta saimme laitteen sellaiseen muotoon, kuin se nykyisellään on.

Näin ollen kiitos kuuluu työnantajalle ja toiselle idean kehittäjälle. Kiitos avustanne insinööriyössä. Eero Pikkarainen ja Ahti Rissanen.

Marko Väyrynen

SISÄLLYSLUETTELO

1	JOHDANTO	6
2	PYSTYKARSINTA	7
2.1	Yleistä	7
2.2	Karsittavien puiden koko ja karsintakorkeus	7
2.3	Pystykarsinnan ajankohta ja kannattavuus	8
3	MARKKINOILLA OLEVIA LAITTEITA	9
4	TUOTEKEHITYKSEN TAVOITTEET	12
5	PYSTYKARSINTALAITTE	14
5.1	Prototyyppi	14
5.2	Mallinnus	15
6	PYSTYKARSINTALAITTEEN VALMISTUS	16
6.1	Toinen kehitysvaihe	16
6.2	Koekäyttö	19
6.3	Kolmas kehitysversio	20
6.4	Kustannusarvio osien valmistukselle	21
6.4.1	Kajaanissa osien valmistushinta	22
6.5	Valmiit muodot laitteesta	22
7	TULOSTEN TARKASTELU	25
8	YHTEENVETO	26
	LÄHDELUETTELO	27
	LIITTEET	

1 JOHDANTO

Tämän insinöörityön aiheena on pystykarsintalaitteen markkinoille saattaminen ja valmistuksen yksinkertaistaminen. Tärkeimpänä on kuitenkin saada mahdollisimman helppo- ja nopeakäyttöinen laite, joka ei vahingoita puuta työskennellessä. Tähän asti pystykarsintaa on tehty lähinnä oksasahaa käyttäen. Tämä on tiheässä metsikössä hidas ja kömpelö tapa. Tämän vuoksi uudenlaista nopeampaa ja helpommin käytettävää laitetta on ideoitu ja kehitelty jo useita vuosia.

Alun alkaen laitteen ovat kehittäneet kaksi Kainuun Keksijät ry:n jäsentä. Useiden vuosien työn tuloksena oli syntynyt jo toimiva laite, joka oli nyt tarkoitus jatkojalostaa valmiiseen ja viimeiseen muotoonsa. Työ aloitettiin tutustumalla laitteen toimintaan käytännön tasolla, jolloin oli helppo ymmärtää sen toimintaperiaate. Seuraava vaihe oli mallintaa laite Pro Engineer -ohjelmalla ja tehdä tarvittavat muutokset laitteeseen.

2 PYSTYKARSINTA

2.1 Yleistä

Pystykarsinnalla tarkoitetaan puiden alaoksien karsimista keskikasvuvaiheen aikana, jotta metsästä saatava tuotto ja puun laatu kasvaisi. Karsinta nopeuttaa luontaista karsiutumista ja lisää erityisesti männyn ja rauduskoivun oksattoman tyvitukin määrää päätehakkuussa. Männiköiden pystykarsinnan reaalituotto on tutkimusten mukaan 5-6 %. Suurin arvonlisäys pystykarsitusta metsästä saadaan vasta kiertoajan loppupuolella, joten kiertoaikaa kannattaa jatkaa. Tuoreiden ja kuivahkojen kankaiden männiköt ovat parhaita karsintakohteita, mutta lehtomaisten ja tuoreiden kankaiden rauduskoivut sopivat myös karsintakohteiksi. [1.]

2.2 Karsittavien puiden koko ja karsintakorkeus

Valtapuiden läpimitan ollessa 7-13 cm männiköt ovat soveltuvia pystykarsinnalle. Läpimitan mennessä yli 15 cm puita ei kannata enää karsia, koska tällöin puut eivät ehdi tuottaa riittävästi oksatonta puuta. Katkaistavien oksien halkaisijan tulisi olla alle 2 cm. Paras tulos saavutetaan suorittamalla karsinta kahdessa vaiheessa. Tällöin ensimmäinen karsinta suoritetaan valtapituuden ollessa 5-7 m ja karsitaan kolmen metrin korkeuteen. Toinen karsinta suoritetaan 5-10 vuoden kuluttua ensimmäisestä ja karsintakorkeus on silloin 5,5 m. Rauduskoivusta karsitaan vain kuolleet oksat, koska elävien oksien karsiminen aiheuttaa värivikoja. Havupuita karsittaessa valitaan noin 500 puuta parasta hehtaarilta, kun rauduskoivikoissa voi karsia kaikki ensiharvennuksessa kasvatettavaksi jätetyt puut. [1.]

2.3 Pystykarsinnan ajankohta ja kannattavuus

Männylle vuodenaajoista sopivin karsinta-ajankohta on kevättalvi, jolloin tuho-riskit ovat pienimmät ja työ on helppo suorittaa kantavan hangen päältä. Havupuita ei kannata karsia syksyisin, koska se lisää sienituhoja. Myös huonot puut kannattaa jättää karsimatta. Rauduskoivun karsinta kannattaa suorittaa kesäkaudella lehden ollessa puussa. Näin vältetään karsimasta lehdellisiä, eli eläviä oksia ja tekemästä terveistä puista värivirheellisiä. Pystykarsinnan kustannukset ovat noin 360 €/ha. Karsitun tukin hinnan ollessa 50 % korkeampi kuin karsimattoman, työlle saadaan noin 5 % tuotto. Tällainen tulos on mahdollista saavuttaa, kun oksatonta puuta on kasvanut noin 15 cm rinnankorkeudelta mitattuna. [2.]

3 MARKKINOILLA OLEVIA LAITTEITA

Tarkoituksena oli selvittää, millaisia muita malleja tällä hetkellä on markkinoilla ja millainen kysyntä laitteellamme voisi olla. Suomessa karsintalaitteen valmistajia ei ole montaakaan, mutta erilaisia malleja on kehitelty eri puolilla Pohjois-maita. Lähinnä pystykarsintalaitetta, jota kehitettiin oli Ruotsissa valmistettu malli, josta oli huono kuva ja maininta tammikuun 2004 metsälehdessä.

On ilmennyt, että pystykarsintaa tehdään nykyään suhteellisen paljon ja osa metsänomistajista on jopa niin innostuneita asiasta, että he tekevät sitä lähes vain kuntoillakseen. Myös maisemanhoitotyössä kaupunkien läheisyydessä pystykarsinta on pysyvää toimintaa, puistoja pidetään siisteinä ja asukkaat kunnostavat pihojaan. Myös autoteiden ja sähkölinjojen varsilla tehdään pystykarsintaa, niin turvallisuuden (autoilijat näkevät hirvet) kuin sähkönjakelun toimivuuden vuoksi (oksat eivät kasva sähkölinjojen päälle). [3.]

Muita laitteita

Yleensä pystykarsinnassa on käytetty ns. oksasahaa, joka on hidaskäyttöinen ja aiheuttaa huolimattomalla työskentelyllä helposti vaurioita puun pintaan. Uusia malleja oksasahoistakin on kehitteillä ja muun muassa Husqvarnalta löytyi pitkävärtinen polttomoottorilla toimiva oksasaha. Sahassa on nopeasti kiihtyvä E-TECH-moottori, joka mahdollistaa nopean sahausliikkeen. Alla olevassa kuvassa on esitelty yksi Husqvarnan malleista, 325P4x [4]. Markkinoilta löytyy myös puunrunkoon kiinni laitettavia laitteita, jotka vetopyörien avulla nousevat puuhun. Myös näillä malleilla tehonlähteenä on polttomoottori ja ohjaus on toteutettu kaukosäädöllä. Puun runkoa pitkin nousevia laitteita on arvosteltu, koska ne irrottavat helposti, nilan vuoksi irti olevaa kuorta ja aiheuttavat näin vikoja männyn runkoon.



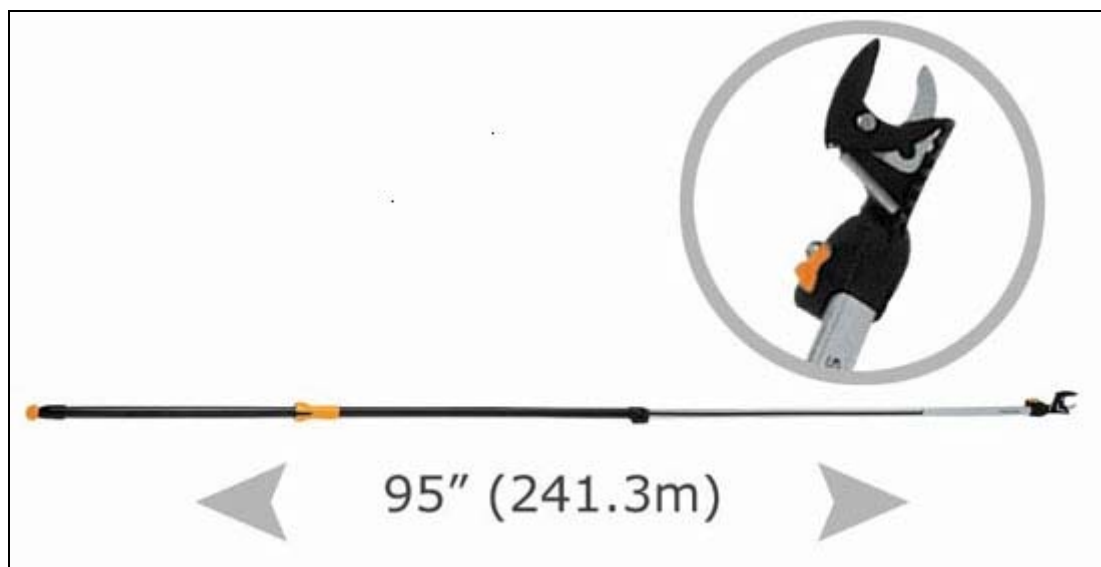
Kuva 1. Oksasaha 325P4x [4]

Myös Fiskars on kehittänyt pystykarsintaan oksasakset, jotka soveltuvat lähinnä puutarhakäyttöön. Alla olevassa tekstissä ja kuvassa on esitelty Fiskarsin kehittämänsä version ominaisuuksia.

Ominaisuudet:

- toimintasäde (pysty/vaaka) noin 6,0 m
- turvallinen pikalukitus
- varren pituus säädettävissä portaattomasti 2,3 m - 4,1.

Edellä mainitun pystykarsintalaitteen nimeksi on ristitty puutarhan teleskooppi-leikkuri, joka on terärakenteeltaan ohileikkaavaa mallia. [5.]



Kuva 2. Fiskars puutarhan pystykarsintalaite [5]

4 TUOTEKEHITYKSEN TAVOITTEET

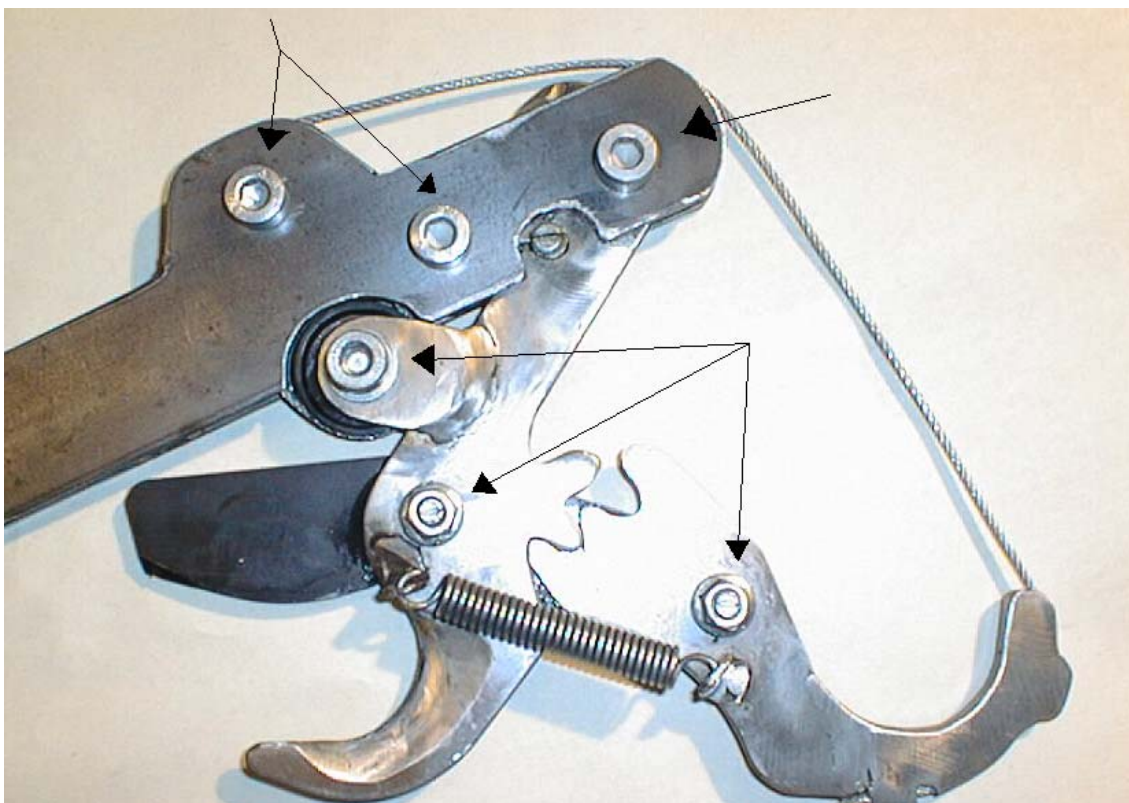
Tämän työn tavoitteena oli perehtyä jo aikaisemmin kehitettyyn erilaiseen pystykarsintalaitteeseen ja sen tuotekehitykseen. Toiveena oli saada laite valmistukseen tämän kevään aikana, jotta olisi mahdollista käydä ensi kesän aikana esittelemässä tuotetta messuilla ja kenties myydä joitakin kappaleita. Laitteesta on tehty jo muutama versio ja ne toimivat käytännössä hyvin. Nyt tehtävänä oli saada pois kaikki ylimääräiset puun pintaa vahingoittavat ulokkeet laitteen pinnalta. Myös laitteen painoa oli tarkoitus keventää mikäli mahdollista esimerkiksi materiaaleja vaihtamalla.

Vaatimukset

Pystykarsintalaitteelle asetettiin seuraavanlaisia vaatimuksia:

- puun pintaa vahingoittavat osat pois
- kevyempi, jos mahdollista
- lisää leikkuutehoa
- standardinmukaisia osia
- yksinkertainen ja helppo valmistaa, sekä huoltaa.

Seuraavassa kuvassa on esitelty aikaisemmin tehty jo valmis pystykarsintalaite. Kuvaan on merkitty niitä kohteita, joita on tarkoitus muuttaa. Kuten kuvasta käy ilmi, laitteessa on sellaisia kohtia mitä muuttamalla siitä saadaan helposti vähemmän puuta vahingoittava.



Kuva 3. Muutoskohtia pystykarsintalaitteessa

Työ aloitettiin tutustumalla laitteeseen ja sen toimintaan käytännössä, sekä videon avulla. Tarkoitus oli mallintaa laite Pro Engineer -mallinnusohjelmalla. Ohjelma on oivallinen työkalu mallintaa kappaleet 3D -muodossa, jolloin kuvat ovat myös kaikille helppoja tulkita. Käytännössä laitteeseen tutustumalla tuli esiin pieniä asioita joilla sai merkittäviä muutoksia aikaan laitteen toimivuudessa. Esimerkiksi syventämällä vaijerin kulku-uraa saadaan se pysymään paremmin paikoillaan.

5 PYSTYKARSINTALAITTE

Kuten jo aikaisemmin tuli mainittua karsintalaitteita on olemassa monia eri malleja. On polttomoottorilla toimivia sahoja ja rullavetoisia kauko-ohjattavia laitteita, jotka ovat hitaita käyttää ja aiheuttavat helposti vaurioita puihin. Pensaiden ja muiden siistimiseen nykyisin löytyy monenlaisia leikkureita, mutta ne eivät ole soveltuvia pystykarsintaan.

Tarkoituksena oli siis kehittää pystykarsintalaitte, joka on helppo ja nopea käyttää. Laitte, joka ei vahingoita puita ja on jokaisen metsänomistajan hankittavissa omaan käyttöön. Pystykarsintalaitteen toiminta perustuu pyörähtävään ja leikkaavaan liikkeeseen, joka tuo lisää voimaa oksan katkaisuun. Leikkureilla katkeaa paksummatkin oksat helposti, koska terävät sakset viiltävät samalla, kun kiertävät oksan ympärillä. Myös Fiskars on kehittänyt oksasakset, joissa on samantyylinen periaate ilman pyörähdystä.

5.1 Prototyyppi

Laitteen ollessa lepoasennossa, sakset ovat auki alaspäin. Työliikkeen alkuvaiheessa sakset asetetaan oksan päälle ja varresta vedettäessä vääntövipuun kiinnitetty vaijeri alkaa puristaa teriä yhteen samalla kun ne kiertävät oksan ympäri. Kiertoliike on noin 110 astetta, jonka aikana terät puristuvat tasaisesti kiinni toisiinsa, tehden siistin leikkausjäljen. Liikkeen loppuvaiheessa terät ovat siis kääntyneet ylöspäin.

Edellisen prototyypin runkomateriaalina oli teräs, joten laitteella oli vielä kohtalainen paino sen ollessa jatkovarren päässä noin viisi metriä työskentelijästä. Tarkoituksena oli saada myös painoa pois laitteesta, joten rungon materiaaliksi valittiin alumiini, joka on hieman kevyempää. Koska huomioitava oli myös laitteen valmistettavuus ja tuleva hinta. Materiaaleiksi valittiin mahdollisimman helposti saatavia ja käsiteltäviä materiaaleja, jotka löytyvät yleisesti useista rautakaupoista.

5.2 Mallinnus

Heti työn alkuvaiheessa laitteen mallinnus päätettiin tehdä Pro Engineer 3D -mallinnusohjelmalla. Pro Engineer -ohjelma on tarkoitettu pääasiassa kolmiulotteisten muotojen luomiseen, mutta siitä löytyy myös mitoitukseen tarvittavat toiminnot. Laitteen mallinnus suoritettiin luomalla jokainen laitteen osa erikseen, jotta niistä olisi mahdollisuus tehdä mitoitus- ja valmistuskuvat (liite B). Myös valmiiden kuvien muokkaus ohjelmalla on erittäin helppoa, joten se helpottaa tuotekehitystyössä suunniteltavien osien muotojen muutoksen, mikäli niitä ilmenee.

Ohjelman käyttö on myöskin sen vuoksi mielekästä, koska osakuvien valmistamisen jälkeen on helppoa muodostaa kuvista yksi yhtenäinen kokoonpano. Tässä vaiheessa ilmenee myös mahdolliset osien mitoitusvirheet. Mallinnetut osat saadaan yhdistettyä yhdeksi kokonaisuudeksi kokoonpanotoiminnolla. Tällä toiminnolla osat saadaan yhdistettyä haluttuun asentoon toisiinsa nähden, jolloin jokainen ymmärtää laitteen lopullisen muodon, vaikkei sitä koskaan muuten olisi nähnyt.

6 PYSTYKARSINTALAITTEEN VALMISTUS

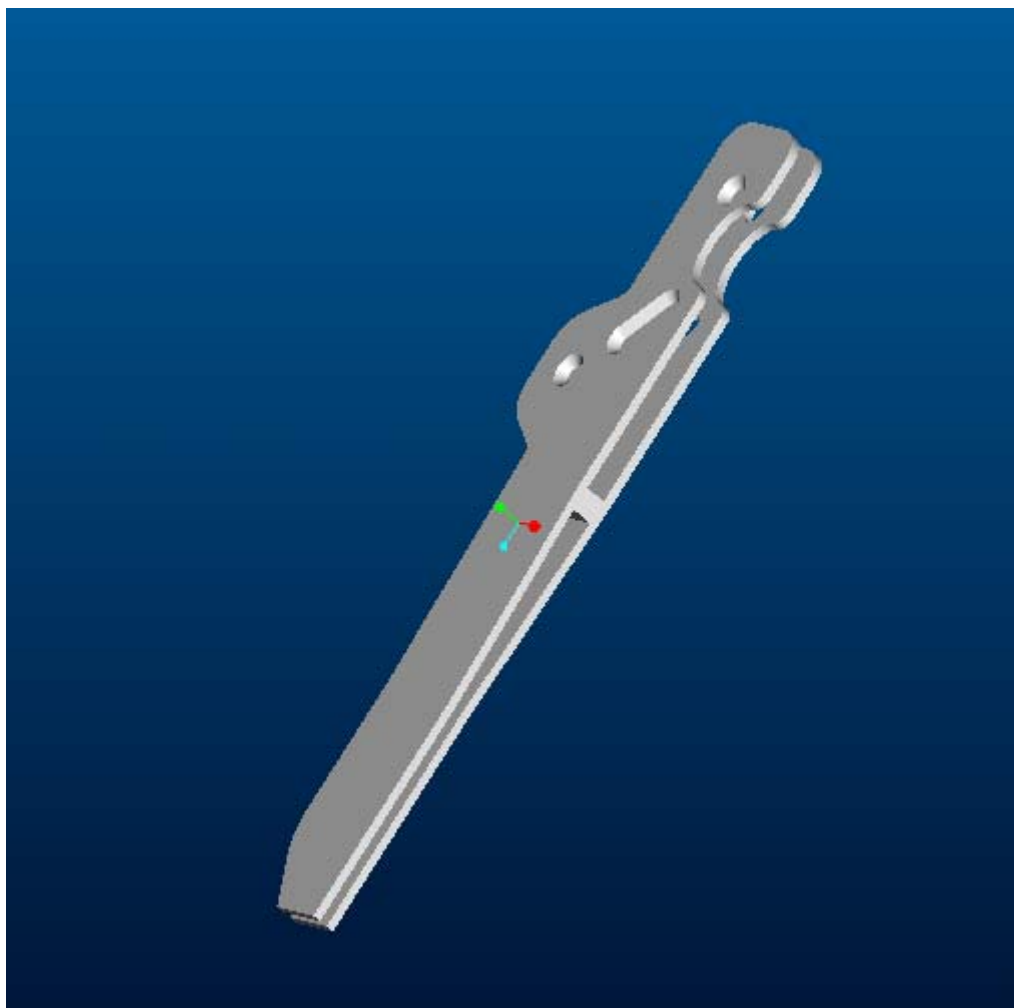
Pystykarsintalaitteesta on jo kehitetty toimiva laite, jota nyt on tarkoitus kehittää markkinoille saatettavaksi laitteeksi. Ensimmäisen version työtä haittaavia tekijöitä olivat sen ulkoiset muodot, jotka huolimattomasti työskenneltäessä saattaisivat vahingoittaa puiden herkkää pintaa. Laite oli tarkoitus saada sarjavalmistaiseksi tuotteeksi, joten sen oli oltava lopullisesti valmis ennen sarjavalmistukseen siirtymistä. Siispä ensimmäisiä kehitysversioita on valmistettu kotipajassa kustannusten minimoimiseksi.

6.1 Toinen kehitysvaihe

Tarkoituksena oli kehittää laitetta eli tehdä siitä edellistä versiota kevyempi ja tasapintaisempi, jotta siitä saataisi helppokäyttöisempi ja puunpinnalle turvallisempi. Materiaaliksi valittiin rungolle alumiini, koska se on kevyempää kuin edellisen laitteen teräs. Terämateriaalin valinnassa ei ollut juuri mahdollisuutta muutokseen, koska sen on tarkoitus kestää suuria rasituksia. Terän tulisi myös pysyä terävänä ja taipumattomana mahdollisimman pitkään, mikä takaisi pitkän ja huolettoman työiän laitteelle. Terämateriaalina pysyi tästä johtuen jo käytössä ollut Fiskarsinkin käyttämä materiaali. Alumiinin myötä rungon ainesvahvuus muuttui hieman. Vahvistus oli yhden millimetrin verran molemmin puolin runkoa eli kolmesta millimetristä neljään millimetriin, joka takaa laitteen rungolle paremman jäykkyyden ja kestävyys.

Kuvien valmistuttua oli edessä uuden version rakentaminen. Työ aloitettiin hankkimalla oikeanlaiset materiaalit, joista työstäminen oli mahdollista aloittaa. Koska kyseessä oli ensimmäinen versio uusilla kuvilla ja uudella materiaalilla oli materiaali suositeltava hankkia mahdollisimman halvalla. Tarvittavaa materiaalia löytyi rautaliikkeestä ja terämateriaalin ollessa Fiskarsin toimittamaa oli vielä muutamaan laitteeseen tarvittavat terämateriaalit kasassa. Koska runko valmistettiin alumiinista oli se mahdollista tehdä oppilaitoksen NC - jyrsinkoneella. Valmiit kuvat siirrettiin AutoCAD muodossa Mastercam:iin, NC - ohjelmointiohjelmaan, jossa tehtiin ohjelma jyrsinkoneelle.

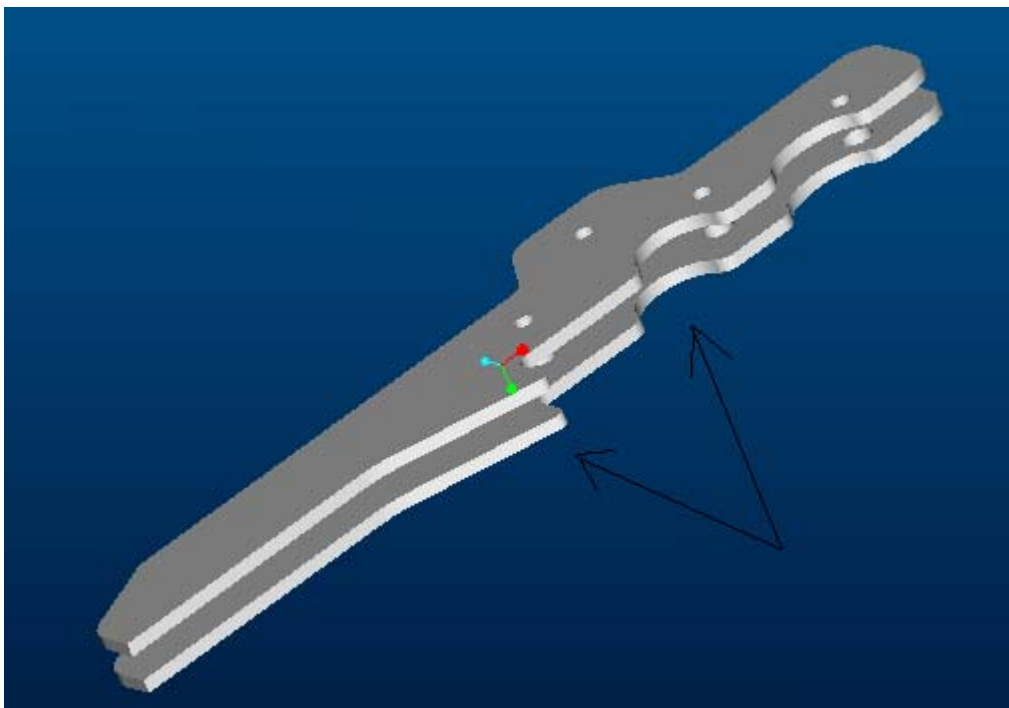
Osien valmistuttua laite koottiin ja sitä alettiin testaamaan. Heti tämän jälkeen päätettiin muuttaa muotoja käytännöllisyyden vuoksi. Kuten alla olevasta kuvassa voi nähdä, runkoon tehtiin keskimmäisen rullan paikalle säätömahdollisuus, jolloin rullan oikea paikka maksimaalisen voiman saavuttamiseksi on mahdollista selvittää kokeilemalla. Seuraavassa kuvassa on esitelty laitteen runko, jonka jälkeen muutoksia alettiin tehdä.



Kuva4. Tuotekehityksen/valmistuksen ensimmäinen vaihe

Kuvasta käy ilmi, millainen ensimmäinen uuden version runko on. Käytäntö osoitti pienten/suurtenkin muutosten olevan tarpeen. Esimerkiksi rungon keskivaiheilla oleva säätöura oli poistettava, koska siihen sijoitettavaa rulla ei saa kiistettyä tarpeeksi, jotta se pysyisi paikallaan. Rungon seuraavaan kehitysvaiheeseen, joka muokattiin edellä olevan kuvan runkoon jouduttiin tekemään

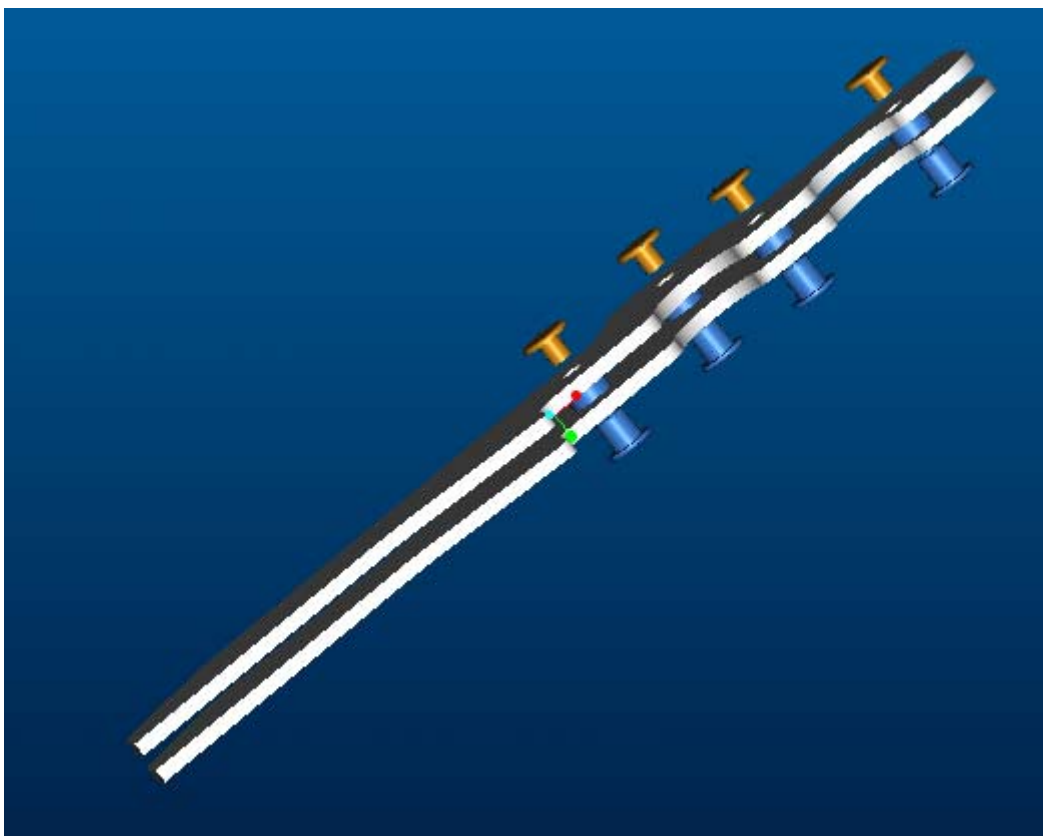
muutoksia, jotta leuat aukeaisivat riittävän avoimeksi. Lopullinen versio kokoonpanooneen näkyy liitteessä A. Tässä alla esiteltynä rungon uudet muodot.



Kuva 5. Runko toisessa kehitysvaiheessaan

Leikkuuterien aukeamiseksi tarpeeksi suurelle runkoon on tehty yksi syvennys lisää. Myös oksan ohjaamista varten leikkuuterien kitaan, muotoiltiin uloke jota pitkin oksa menee oikeaan paikkaan ja näin ollen helpottaa työskentelyä (edellä mainitut muutoskohdat merkitty nuolilla). Yksi rungon keskivaiheille tehty reikä on tarkoitettu tukiholkille ja ruuville, jotta rungon kestävyys olisi mahdollisimman hyvä. Tukiholkki estää samalla myös rungon sivuttaista vääntymistä.

Runko valmistettiin kahdesta samanmuotoisesta puolikkaasta, jotka on kasattaessa yhdistetty väliholkein ja ruuvein yhteen puristamalla. Seuraava kuva esittää runkoa, kuinka se kasataan yhteen holkkien ja ruuvien avulla, ilman muita kokoonpanoon kuuluvia osia. Kuten kuvasta ilmenee se on myös helppo purkaa jatkossa, esimerkiksi huoltotoimenpiteiden vuoksi. Tällaisia voi olla rullan vaihto tai laitteen puhdistus.



Kuva 6. Rungon kokoaminen

6.2 Koekäyttö

Laitteen valmistuttua oli aika alkaa kokeilla laitteen toimivuutta käytännössä, jolloin mahdolliset materiaalin valintavirheet ja muut ongelmakohdat tulisivat esille. Jo laitetta kasattaessa ilmeni materiaaleissa heikkoutta. Tasapintaiset ruuvit, jotka muuten olivat hyvät tarkoitukseen, olivat niin pehmeitä, että niistä meni joko kierteet tai avaimen kolo pilalle.

Itse karsintatyössä laite osoittautui toimivaksi ja runkomateriaaliksi valittu alumiinikin kesti siihen kohdistuvat rasitukset. Heikkoutena oli kuitenkin se, että runko oli kiinnitetty jousiteräksen ruuveilla, eikä hitsaamalla kuten ensimmäisen version runko. Siihen jäi välystä, joka pitemmän käytön jälkeen voisi väljentyä niin paljon, että runkoon tulisi pysyviä vaurioita. Tämän tuloksena, vaikka laite olikin toimiva, päätettiin tehdä laitteesta vielä uusi versio.

6.3 Kolmas kehitysversio

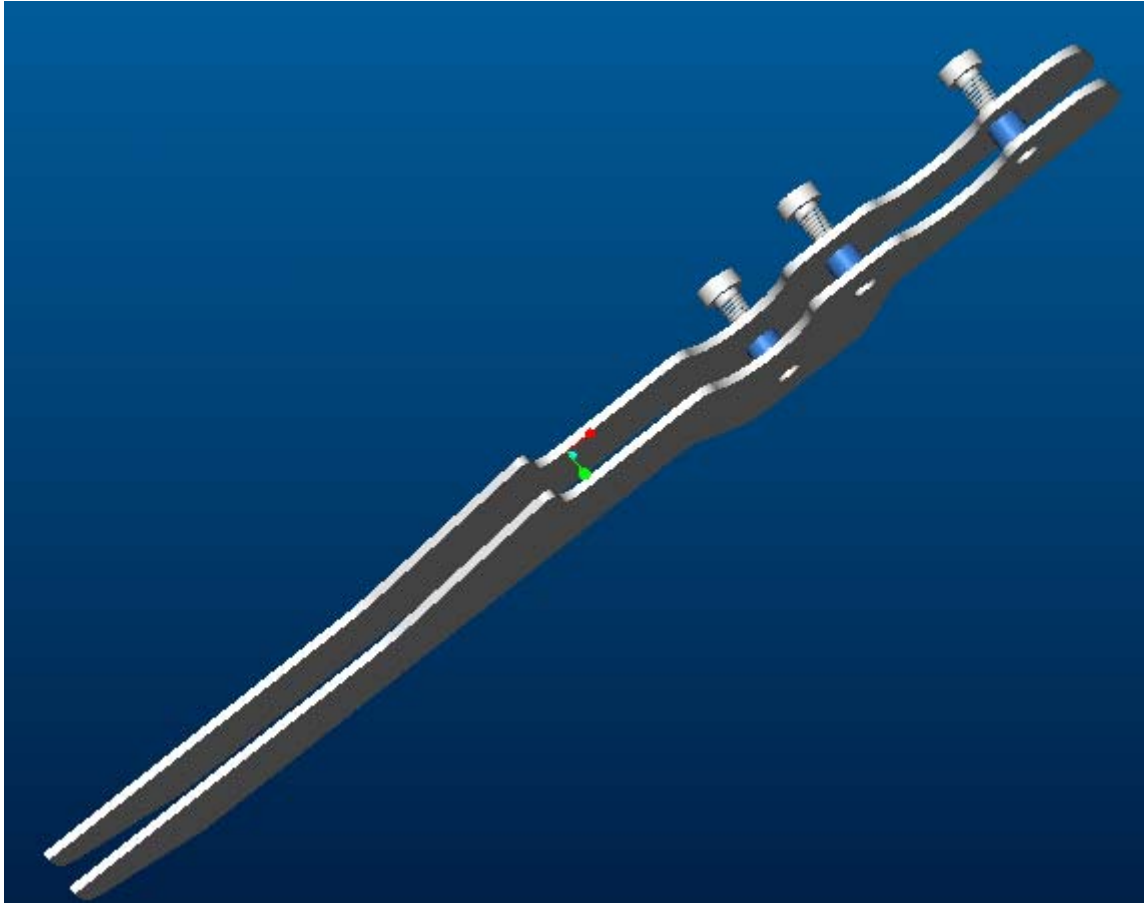
Tämän version materiaaliksi valittiin ruostumaton teräslevy, vahvuudeltaan kaksi millimetriä. Nyt piirustukset ovat lähes valmiit ja siltä pohjalta työn jatkaminen oli helppoa.

Tavoite tässä kehitysversiossa oli saada:

- kestävä laite
- toimiva
- helposti valmistettava
- jokaisen korjattavissa oleva (rungon hitsaus mahdollisuus)
- ohuempi materiaali (laitteen keveys pysyy).

Koska tässä vaiheessa ei tarvinnut kuvia enää muutella valmistaminen oli nopeaa ja vaivatonta. Laite valmistettiin yhden suhde yhteen piirrettyjen kuvien mukaan ääriiviivat levyille piirtämällä ja siitä leikkaamalla. Laitteen osat oli tarkoitettu lopullisessa muodossaan leikkuuttaa vesileikkurilla, sen vaivattomuuden ja nopeuden takia. Tämän vuoksi kuvat oli piirretty valmiiksi sopiviin mittoihin. Materiaalin ja sen paksuuden vaihtumisen myötä myös ruuvimateriaali vaihtui. Pehmeät huonekaluruuvit vaihdettiin ruostumattomiin matalakantaisiin kuu-siokoloruuveihin.

Alla olevassa kuvassa on havainnollistettu millainen tuleva rakenne tulee olemaan. Laitteessa vain toiselta puolelta pyöritetään ruuvit kiinni vastakappaleeseen, johon on tehty ruuville sopiva kierre. Kierre noin ohueen materiaaliin on mahdollista tehdä kestävänsä siten, että pieni reikä porataan kitkaporalla sopivaan mittaan, jolloin kierrepituutta saadaan hieman lisää. Tämä ratkaisu poistaa ylimääräiset pinnat ja toisesta puolesta saadaan lähes täysin sileä, kuten oli alun perin tarkoituskin.



Kuva 7. Kehityksen tuoma kolmas runko

6.4 Kustannusarvio osien valmistukselle

Laitteen sarjatuotannon mahdollistamiseksi on turha valmistaa laitetta itse. Yksinkertainen ja nopea valmistustapa osille on vesileikkaus, jonka hinnat on selvitetty. Osa osista kuten rullat, on nopea teettä NC sorvilla.

Muovirullia joita yhdessä pystykarsintalaitteessa on kolme, on helppo valmistaa, joko manuaalisorvilla (pieniä eräiä kehitysvaiheessa) tai suuret erät NC sorvilla (myyntiin). Yhden rullan valmistukseen manuaalisorvilla kului noin kaksi minuuttia. Työpäivän aikana (8h), josta tehokasta työskentelyä noin kuusi tuntia rullia tulisi valmiiksi 180 kpl eli 60:een laitteeseen. Tästä voimme päätellä, että manuaalisorvin käyttö rullien valmistukseen sarjatuotannon yhteydessä ei ole soveliaista, muuten valmistuskustannukset nostaisivat laitteen hintaa kohtuuttomasti. Yhden rullan hinnaksi tulisi noin 2,2 €.

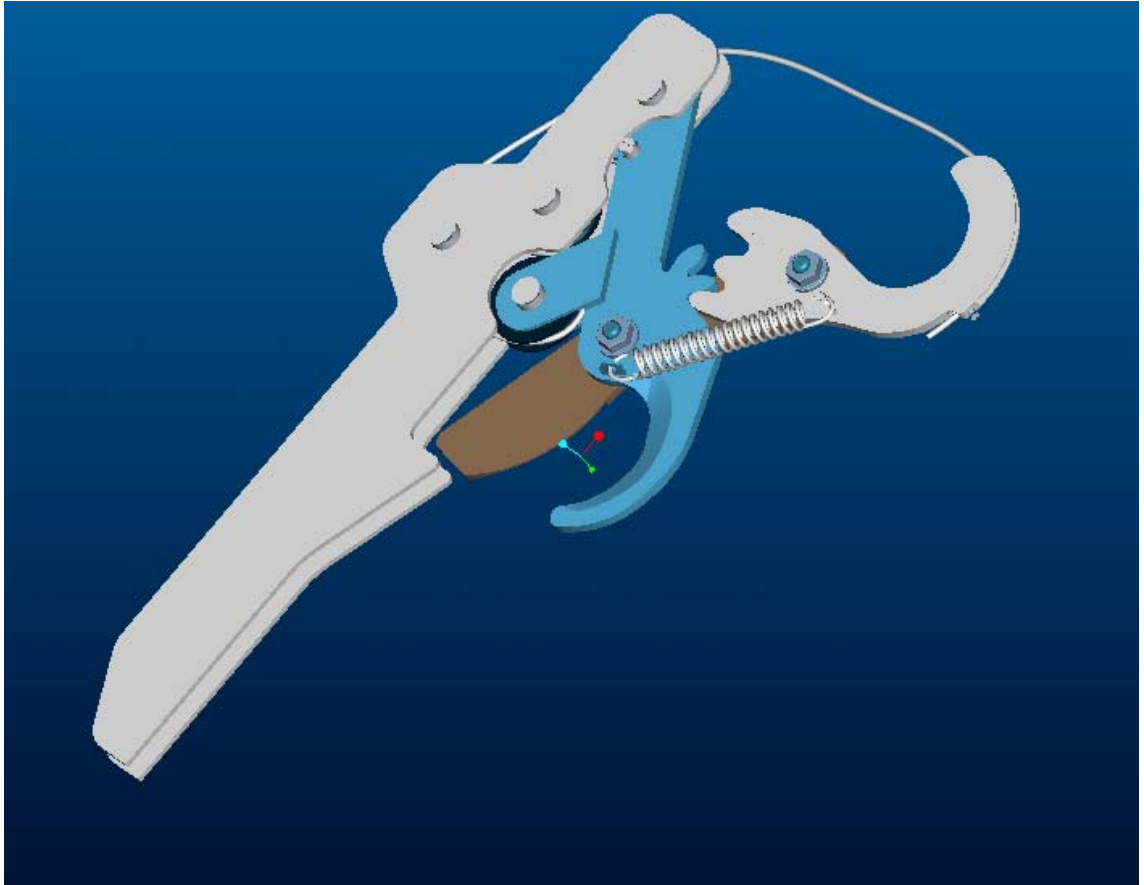
6.4.1 Kajaanissa osien valmistushinta

Siellä, missä osat on tarkoitus teettää, ne valmistetaan vesileikkaamalla halutusta aineesta, CAD -kuvien mukaan. Kuvien on oltava AutoCAD muotoon tallennettuja, jotta tarpeelliset mitat voidaan tarkistaa oikeiksi. Siellä olisi tarkoitus valmistaa kaikki osat lukuun ottamatta rullia ja holkkeja, jotka voidaan valmistuttaa NC -sorvilla.

Hinta (€): 60 kappaletta osia noin 500, -

6.5 Valmiit muodot laitteesta

Seuraavissa kahdessa kuvassa on esitelty laite lähes lopullisessa muodossaan. Ensimmäisessä kuvassa laite on esitelty puunrungosta poispäin kulkevan pinnan suunnalta. Toinen kuva esittää laitteen sileää pintaa, joka kulkee työskenneltäessä ajoittain kiinni puunrungossa. Laitetta kasattaessa siihen hitsataan kiinni vielä tuki- ja ohjausosa, joka ohjaa oksan leikkuuterien väliin, valmis laite esitellään liitteessä A ja liitteessä C näkyvä, kuinka laite kulkee puunrungon vierustaa.



Kuva 8. Tässä kuvassa on esitelty pystykarsintalaitteen lähes lopullinen versio. Kuva esittää laitetta alkuasennossaan, josta se oksan terien väliin asetettua alkaa tehdä leikkaus liikettä, varresta vedettäessä. Kuten kuvasta näkee, varsi ei tässä ole kiinni itse leikkuulaitteesta ja sen rungossa, mutta se tulee kiinni varren alaosaan hitsaamalla ja näkyy laitteen valmiissa versiossa liitteessä A.



Kuva 9. Tässä kuvassa pystykarsintalaite on kuvattu sen tärkeältä puolelta eli puun runkoa vasten kulkevalta pinnalta. Kuten kuvasta huomaa laitteen pinta on saatu lähes täysin sileäksi, jolloin se ei vahingoita puun pintaa, ainakaan niin helposti.

7 TULOSTEN TARKASTELU

Pystykarsintalaitteesta saatiin valmistettua useita toimivia kokonaisuuksia, mikä oli hyvä asia, koska laitetta oli pystyttävä testaamaan eri materiaaleilla. Tarkoituksena oli saada valmis laite markkinoille, joten se oli saatava siihen malliin valmiiksi, että se toimisi myös asiakkaiden käytössä.

Kuluneen kevään aikana laitteesta rakennettiin neljä erilaista versiota, minkä vaiheiden etenemistä aikaisemmin tekstissä jo kuvailin. Rakentamisen ja kokeilujen jälkeen laitteen toimivuuden kannalta lähes poikkeuksetta tuli jotain uutta, joka oli aiheellista muuttaa, kunnes löytyi oikeat mitat ja materiaalit parhaimman toiminnan takaamiseksi. Viimeisimmäksi muutokseksi jäi laitteeseen muotoillun oksan ohjaajan kehittäminen oikeaan kokoon.

Viimeisimmässä koekäyttötilaisuudessa, jossa kokeilijoita oli mukana kolme ja laitteita jokaiselle oma kehitysversio. Pystyimme tekemään todella onnistuneen testin, jossa pyrkimyksenä oli löytää kaikki laitteen mahdolliset heikot kohdat. Kaikkiaan jokainen laite toimi hyvin ja pahoja heikkouksia ei ollut muita, kuin laitteen ehkä halvin osa, vaijeri, joka katkesi yhdestä laitteesta. Laitteen helppokäyttöisyys ja toimivuus takasi myös nopeaa työskentelyä, joka oli kaksinkertaista verrattuna vanhaan oksasahaan. Saksien terät ovat ohileikkaavaa mallia, joten on tärkeää etteivät nekaan mene ristiin työskenneltäessä. Se ongelma pystyttiin eliminoimaan teroittamalla terä molemmin puolin ja yläterää hieman taivuttamalla.

Tärkeimpänä laitteen kehitys ja valmistustyössä oli se, että saatiin aikaan toimiva kokonaisuus. Oikeat materiaalit, myös osien valmistuspaikat ja tavat tulivat selville.

8 YHTEENVETO

Koskaan aikaisemmin en ole ollut mukana tuotekehitykseen liittyvässä projektissa mukana, joten voi sanoa, että oli opettavainen kokemus. Kuten monessa muussa asiassa parhaan opin saa kokeilemalla ja kantapään kautta oppimalla, niin myös tässä.

Kuluneen kevään 2004 aikana rakennettiin useita toimivia laitteita, joiden valmistamisen yhteydessä oppi, kuinka tärkeää on, että kuvat ovat oikeanlaiset ja selkeät. Laitteen muotoja saatiin muutettua parempaan ja myös painoa saatiin pois. Toimivuudeltaan laitteesta tuli hyvä ja puuta vahingoittavat pinnat saatiin toiselta puolelta kokonaan pois. Tärkeä tämän puolen sileydessä on se, että se on juuri puun runkoa lähellä kulkeva pinta.

En olisi työn alkuvaiheessa uskonut, että laitteen oikeanlainen toimivuus olisi niin pienestä kiinni, kuin se oli. Jopa pienten kulmanmuutosten tai leikkuuterien varsien pituuden muutos vaikutti olennaisesti leikkuutehoon. Samoin vaikutti myös liukurullien aiheuttama kitka. Työ oli kaiken kaikkiaan erittäin mielenkiintoinen ja eteen tuli monia uudenlaisia asioita ajatellen uudenlaisen laitteen valmistusta ja sen tuotantoa. Myös suunnittelutyössä käytetty Pro Engineer -ohjelma tuli uudella tavalla tutuksi.

LÄHDELUETTELO

- 1 Virtuaalinen metsäkoulu. Luettu 17.12.2003. [WWW-dokumentti]
<http://www.pirkanmaanmetsat.net/metsakoulu/pystykar.php>
- 2 Metsäkeskus Pohjois-Savon julkaisuja 2/2001. Luettu 2.1.2004.
[WWW-dokumentti]
http://www.metsakeskus.fi/ps/Taloudellinen_mh.pdf
- 3 Metsälehti nro.1/2004 s.32-33.
- 4 Husqvarnan kotisivut. Luettu 20.1.2004. [WWW-dokumentti]
<http://www.husqvarna.fi/>
- 5 Fiskarsin sivut. Luettu 23.2.2004. [WWW-dokumentti]
http://www.fiskars.com/fi_FI/garden/lookupItem.do?cat=1&itemNumber=24792&fam=1